

**ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ МЕЗОАМЕРИКАНСКИХ ПИГМЕНТОВ
ДОИСПАНСКОГО ПЕРИОДА НА СКАЛАХ И В ПЕЩЕРНОЙ ЖИВОПИСИ***Е. Г. Дэвлет, Э. А. Грешников, А. И. Фахри***STUDY OF MESOAMERICAN PIGMENTS OF THE PRE-COLUMBIAN PERIOD IN ROCK ART
AND CAVE PAINTING BY THE NATURAL SCIENCE METHODS.***E. G. Devlet, E. A. Greshnikov, A. I. Fakhri*

Работа была выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 15-31-01015a1).

В работе исследуются методы получения пигментов, широко использовавшихся в росписях скал и пещер на территории мезоамериканского региона. Рассмотрены такие важные памятники наскального искусства и пещерной живописи, как Куэва ла Конга (Никарагуа), Каса де лас Голондринас (Гватемала) и Нах-Тунич (Гватемала). Метод термического гидролизного метилирования – газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ТНМ-GC-MS) был использован для тестирования и сравнения химических составов, чтобы определить, имеются ли органические связующие, которые могут быть датированы. Представлен обзор проблем датирования. В итогах работы приведены данные исследований, которые показали что анализ мезоамериканских пигментов несет информативный аспект их использования в качестве хронологического индикатора, а в составе красок для фресковой живописи использовался лишь ограниченный набор красок, в основном применялись минеральные пигменты.

The paper investigates the methods for obtaining pigments that were widely used in the cave and open air rock art in Mesoamerica. Cueva la Conga (Nicaragua), the Casa de las Golondrinas (Guatemala) and Naj Tunich (Guatemala) are under consideration. The method of thermal hydrolysis methylation – gas chromatography – mass spectrometry (THM-GC-MS) was used to test and compare the chemical compositions to determine whether any organic binders survived which could be dated. Problems of the pigments component dating are described. The outcome of the study provides data that showed that the analysis of Mesoamerican pigments can be used as a chronological indicator, and the paints for cave painting mainly consisted of mineral pigments.

Ключевые слова: наскальное искусство, пигменты, естественнонаучные методы в археологии, археология Мезоамерики.

Keywords: rock art, pigments, cave painting, Pre-Columbian art, Mesoamerica.

Хотя художественное своеобразие центральноамериканской иконографии известно в большей мере благодаря искусству мезоамериканских цивилизаций, наскальные изображения составляли один из древнейших видов изобразительной деятельности обитателей региона (рис. 1). В данной работе будут рассмотрены разнообразные пигменты, которые применялись в нанесении изображений на открытые скалы и стены пещер, а также позже были использованы во фресковой живописи майя. В регионе пигменты разных цветов добывались из растений (корней, стеблей, цветов, семян), насекомых, глины и минералов. С древности основу палитры составляли оттенки красно-коричневого и черный, постепенно добавлялись белый, желтый, синий и зеленый. Со временем предпочтение начинает отдаваться красному, желтому, голубому, и зеленому цветам [1]. Художники майя классического и постклассического периодов использовали палитру более чем из 30 цветов [9].

Пигменты, использовавшиеся местными художниками в рисунках на скалах, представляли для исследования особый интерес. Росписи местонахождения Куэва Ла Конга (Cueva La Conga), Никарагуа, впервые получили датировку радиоуглеродным методом, поскольку в охре содержалась примесь угля. Памятник наскального искусства Куэва Ла Конга (пещера Конга) расположена в северной части Никарагуа, в 50 километрах от границы с Гондурасом, в департа-

менте Хинотега. Изучение пигментов было инспирировано идеей поиска критерия, являлись ли культура и ритуалы, отраженные в росписях Куэва Ла Конга, результатом автохтонного развития местной традиции, или они были результатом влияния культуры майя или народов, населявших Карибский бассейн. Четырнадцать выполненных краской изображений расположены в основной полости пещеры, куда не проникает дневной свет. Изображения и резьба на сталактитах в пещере являются свидетельствами культового значения объекта (рис. 2). Изображения различны по стилю, но большинство из них представляет собой абстрактные изображения – круги, точки и солярные знаки, также изображены кисти руки и персонажи с символами высокого статуса.

Некоторые росписи созданы углем, но большинство красными, желтыми и пурпурного цвета пигментами. Описаны результаты анализа 11 образцов красок: пять состояли из древесного угля, шесть – из неорганического пигмента (охры), также изучены восемь образцов подложки. Метод пиролизической хромато-масс спектрометрии метилированных производных (ТНМ-GC-MS) был использован для тестирования и сравнения химических составов краски (охры) и подложки образцов, целью исследования являлось выявление органических связующих, пригодных для датирования, однако они не были выявлены. Хотя

связующее отсутствовало, методом сканирующей электронной микроскопии в охристой краске некоторых образцов был обнаружен древесный уголь, который, по мнению исследователей, был преднамеренной

примесью в пигменте. Датировка этого компонента на разных рисунках позволила обозначить временной диапазон от 680 – 905 гг. н. э. до 1440 – 1520 гг. [2].



Рис. 1. Карта региона

Другое исследование состава пигментов наскального искусства Центральной Америки связано с памятником Каса де лас Голондринас (Casa de las Golondrinas) в Гватемале. Каса де лас Голондринас («Дом ласточек») расположен в центральной части нагорья Гватемалы, в районе Антигуа, который был населен на протяжении 6000 лет. Памятник является крупнейшим в Гватемале, здесь выявлено более 225 рисунков на подвертикальных скальных выходах (рис. 3, 4).

Образцы пигмента росписей Каса де лас Голондринас исследовались во Франции для определения возраста наскальных изображений. Было установлено,

что в Каса де лас Голондринас рисунки выполнялись на протяжении почти 2500 лет и древнейшие из них относятся к раннему и среднему доклассическому периодам (1150 – 700 до н. э.) [11]. В Каса де лас Голондринас представлены символы, находящиеся соответствия в иконографии майя позднего постклассического периода (1200 – 1520 гг. н. э.) (рис. 5). Даты радиоуглеродного анализа подтвердили предполагаемые на основании стилистических исследований широкий временной диапазон существования традиции создания наскальных изображений, которая сохранялась вплоть до колониального периода [6].



Рис. 2. Фрагмент росписи из Куэва Ла Конга, Никарагуа (по Künne et al. Fig. 19.7)



Рис. 3. Общий вид на Каса де лас Голондринас, Гватемала

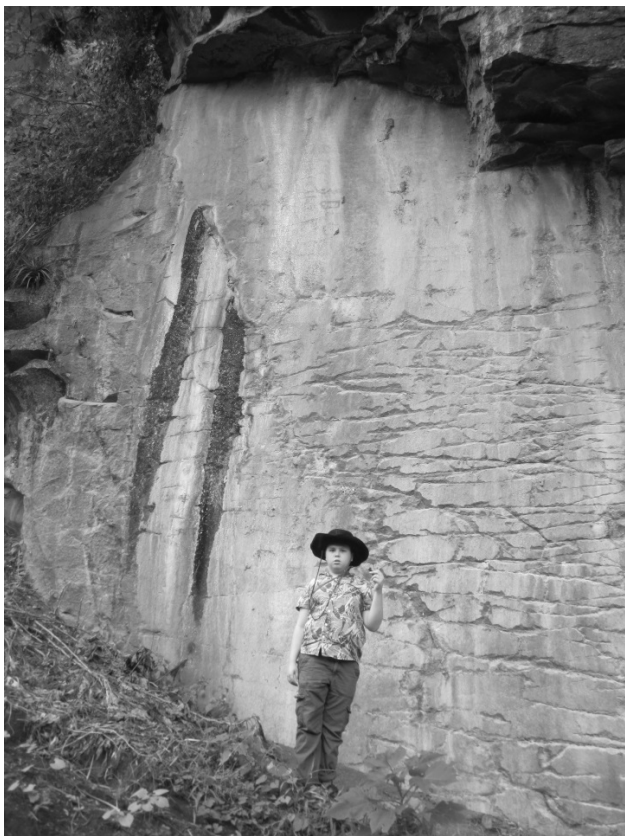


Рис. 4. Общий вид основной плоскости с изображениями Каса де лас Голондринас, Гватемала

Поскольку преобладающий цвет росписей – красный различных оттенков: от оранжевого до фиолетового, предполагалось, что пигмент может быть охрой. При нагревании оксидов железа (гетит, лепидокрокит и т. д.) их цвет изменяется: чем больше нагрев, тем темнее и насыщеннее становится цвет из-за обезвоживания и окисления. Известно, что обезвоженный оксид железа приобретает темно-красный оттенок. При исследовании образцов методами сканирующей электронной микроскопии во всех образцах выявлены железо и кремний, что подтверждает предположение об использовании охры, которая в местной традиции называется «красная земля» («terra roja»). Присутствие в образце в качестве следового элемента хрома могло бы помочь локализовать источник сырья, если будет найдено месторождение, содержащее хром. Важно выяснить происхождение красного пигмента, примененного в рисунках «Дома Ласточки». С одной стороны, в Гватемале известны восемь месторождений гематита в р-не департамента Чикимула. Однако значительное расстояние от Чикимуды до «Дома Ласточек» ставит под сомнение возможность использования древними художниками этих месторождений. В качестве красного пигмента более вероятно использование глинистой охры, тем более что источник охры хорошего качества, не тускнеющей со временем, известен в 13 км от «Дома Ласточек», в районе Чимальтенанго [5; 6].



Рис. 5. Прорисовка основной плоскости росписей красным пигментом (по Kunne et al. Fig. 19.13) и ее фрагмент

Другая серия образцов анализировалась в лаборатории университета восточного Мичигана методом плазменно-химического окисления и ускорительной масс-спектрометрии. Для двух красных образцов из Каса де лас Голондринас были получены радиоуглеродные даты в диапазоне 6250 – 5550 гг. до н. э. [14]. Другой образец получил калиброванные радиоуглеродные даты 1500 – 900 лет до н. э. [15]. Также были обнаружены углеводы – длинные цепи жирных кислот, включающие азотсодержащие соединения, которые могли быть признаком связующего органического происхождения. Однако без сравнения краски и подложки из одной области скальной плоскости эти данные недостаточно надежны: нельзя исключить, что углеводы и липиды имели экологическое происхождение. Органические компоненты краски образца № 8 дали некалиброванную дату 6890 ± 160 лет назад. Полученная радиоуглеродная дата скорее всего связана с загрязнением образца почвенными гуминовыми веществами, не удаленными полностью стандартной

предварительной обработкой. В образце № 5 была обнаружена более длинная цепь углеводов и ненасыщенные липиды, возможно, свидетельствовавшие о наличии связующего, но сравнение с составом скальной подложки не было проведено.

В целом исследование проиллюстрировало важность выяснения происхождения органического вещества в наскальных рисунках, особенно при применении прямого радиоуглеродного датирования.

В 2008 г. были исследованы четыре образца пигментов росписей черного и кофейного цветов из пещеры Нах-Тунич (Naj Tunich), департамент Петен (Гватемала). Установлено, что наскальные изображения (рис. 6) были созданы в позднем классическом периоде (600 – 800 гг. н. э.) [18; 19]. Анализ состава пигментов выявил наличие пережженной размолотой кости, смешанной с охрой [12]. Присутствие помола кости в составе черной краски, по мнению исследователей, может рассматриваться в качестве свидетельства ее особого ритуального назначения.

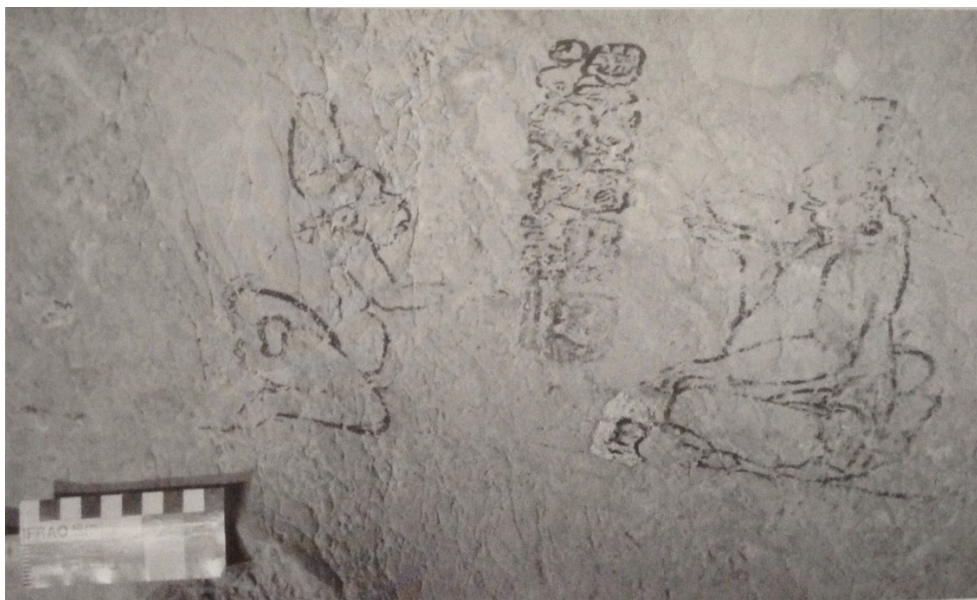


Рис. 6. Фрагмент росписи из пещеры Нах-Тунич, Гватемала, пигментом (по Kunne et al. Fig. 19.3)

Результаты анализа двух образцов охры показали присутствие железа и кремния. Метод пиролизической хромато-масс спектрометрии метилированных производных THM-GC-MS продемонстрировал отличный потенциал в качестве экспресс-метода скрининга для сравнения подложки и краски образца при определении, какой из них пригоден для прямого радиоуглеродного датирования. Почвенные гуминовые кислоты сохраняются на поверхности скал длительное время и их присутствие в красителе образцов приводит к ошибочному датированию рисунков: возраст загрязнений может быть не связан с возрастом краски. Органический материал может возникать под воздействием различных факторов, например, когда люди прикасаются к поверхности с изображениями.

Рамановская спектроскопия – другой современный метод качественного исследования образцов краски, состоящей из неорганических компонентов, однако его возможности ограничены при исследовании сложных

смесей органических соединений биологического происхождения. Этот метод нашел применение при анализе пигментов на фрагментах настенной живописи майя [20].

Значительный интерес представляют рецептуры получения оттенков синего и зеленого, использовавшихся в частности и в декоре стен. Фрагменты полихромных фресок майя позднего классического периода (~900 г. н. э.) были выявлены в 2004 г. во время раскопок городища Эк'Балам на Юкатане (Мексика). Методом спектроскопии комбинационного рассеяния (рамановской спектроскопии) был исследован набор использованных в них пигментов, представленный красными и желтыми оттенками, а также гаммой от зеленого и синего до черного. В образцах, происходящих из помещения № 23 «акрополя», были выявлены гематит, кальцит, углерод, киноварь и индиго. Последний компонент характерен для ярко-голубой краски, широко известной как «Maya blue», установить состав которой

удалось лишь относительно недавно [10]. Она представляет собой пигмент индиго, включенный в алюмосиликатный минерал – палыгорскит [$\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{10})_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$]. Уникальность *Maya Blue* заключается в том, что краска характеризуется стойкостью, яркостью и насыщенным цветом, оттенки которого могут варьировать от светло-бирюзового до темного сине-зеленого. Такой краситель отличался цветовой насыщенностью и долговечностью [4]. Анилин или индиго – синий краситель – добывался из листьев растения *Indigofera guatemalensis* или *Indigofera suffruticosa* вплоть до колониального периода. Особенностью таких красителей является то, что они были искусственно синтезированными пигментами, созданными из природных компонентов. Его получали, нагревая синий пигмент индиго, выделяемый из листьев травянистого растения *Indigofera guatemalensis*, с глинистым минералом палыгорскитом, имеющим волокнистое строение. В процессе нагрева пигмент абсорбировался минералом (наночастицы красящего пигмента были обнаружены как внутри полых канальцев волокон глинистого материала палыгорскита, так и вне их), что приводило к многократному увеличению стойкости цвета. Исследовательской группой из Университета Валенсии установлено, что ряд желтых пигментов майя состоит из подобных компонентов [7]. Как сообщают исследователи, майя предвосхитили современный синтез органических-неорганических гибридных материалов, разработав технологию получения красок разного цвета, а не только ярко-синей. Используя методы микроскопии, спектроскопии и вольтамперометрии, исследователи на основании результатов анализа желтых пигментов, отобранных с различных образцов настенной живописи майя из нескольких археологических памятников на Юкатане, выяснили, что разработанные майя желтые пигменты представляли собой красители-индигоиды, соединенные с палыгорскитом с небольшой примесью охры. Они предположили, что оттенок определяется соотношением количества индиго и его окисленной формы. Индиго теряет свой цвет и становится желтым, если в нем разрушаются углеродные связи. По версии исследователей желтые пигменты были побочным продуктом на стадии получения индиго и *Maya Blue*. Древние мезоамериканцы применяли сложную технологию – листья и ветви растений индиго замачивали в водной суспензии гашеной извести, после чего отфильтровывали сырой материал. Затем часть желтой суспензии отбирали и добавляли к палыгорскиту для получения желтого пигмента, а оставшуюся часть интенсивно перемешивали и продували через нее воздух до приобретения синей окраски, после чего суспензию фильтровали и выделяли индиго, которое смешивали с палыгорскитом для получения *Maya Blue*.

Литература

1. Дэвлет Е. Г. Памятники наскального искусства. Изучение, сохранение и использование. М., 2002. 340 с.
2. Baker S. M., Armitage R. A. Cueva La Conga: First Karst Cave Archaeology in Nicaragua // *Latin American Antiquity*, 2013. 24(3). P. 309 – 329.
3. Chiari G., Giustetto R., Ricchiardi G. Crystal structure refinements of palygorskite and Maya Blue from molecular modelling and powder synchrotron diffraction // *European Journal of Mineralogy*. 2003. 15(1). P. 21 – 33.
4. Chiari G. Pre-columbian nanotechnology: reconciling the mysteries of the maya blue pigment // *Applied Physics*. 2008. 90(1). P. 3 – 7.

Еще одно исследование древних мезоамериканских пигментов высветило необычный информативный аспект их использования в качестве хронологического индикатора. Это выявленная возможность археомагнитного датирования используемых древними художниками пигментов-ферромагнетиков, соединений обладающих повышенной, по сравнению с другими минералами, природной намагниченностью. Разница в магнитной восприимчивости ферромагнитных минералов и других элементов горной породы может различаться на четыре порядка. Среди ферромагнетиков, носителей естественной намагниченности, известны оксиды железа и титана – магнетит (Fe_3O_4), ульвошпинель (Fe_2TiO_4), маггемит ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), гематит (Fe_2O_3) и ильменит (FeTiO_3), гидроксид железа – гетит ($\text{FeO}(\text{OH})$) и сульфид железа – пирротин (Fe_{1-x}S). Частицы краски, содержащие, например, гематит или магнетит – минералы, входящие в состав части пигментов росписей (охристых красителей), при нанесении на поверхность (до полного отвердевания краски) ориентируются по направлению земного магнитного поля, уникальному для определенного времени и места. Фрески нескольких храмов Центральной Мексики классического и раннего постклассического периода в 2004 г. получили археомагнитную дату по пигментам росписей, содержащим смесь гематита и магнетита. Были подвергнуты магнитным измерениям четыре фрески из Центральной Мексики: из Темпло де Венус («Храм Венеры», культура Какаштли), Темпло Рохо («Красный храм», главный храм Теночтитлана), Чапулинес и Эстрейас, принадлежащих к комплексу Чолулы. В соответствии с имеющейся «эталонной кривой» для Мексики направление средней характерной остаточной намагниченности (ChRM) от Темпло Венус, Эстрейас и Чапулинес соответствовало интервалу между 1000 н. э. и 1200 г. н. э., что коррелировалось с археологическими датировками. Изученные мезоамериканские фрески сохранили направление магнитного поля в момент их окрашивания и стали бесценным источником информации как о его вековой вариации, так и времени создания художественной росписи [9].

Подводя итоги, необходимо отметить, что население древней Мезоамерики на протяжении достаточно длительного временного интервала в художественной и хозяйственной деятельности активно использовало множество красителей различного происхождения. В наскальном искусстве и при создании фресок использовался лишь ограниченный набор красок: применялись в основном минеральные пигменты, к ним в качестве примесей также добавлялся древесный уголь или пережжённая кость. Использование в наскальном искусстве и во фресковой живописи пигментов растительного и животного происхождения не получило подтверждения.

5. Costa P. Proyecto de conservacion de La Casa de Las Golondrinas, un Sitio Mayor de arte rupestre en Las tierras altas de Guatemala. Tesis de Maestría en Restauración de Monumentos de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. Режим доступа: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2925.pdf
6. Costa P., Tournon S., Duchêne S. Conservación de arte rupestre y análisis físico químico de los pigmentos de la cueva de Naj Tunich y de la Casa de las Golondrinas // XXIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2010 / J. P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía (eds.). Guatemala. 2010. P. 823 – 831.
7. Doménech A. Evidence of topological indigo/dehydroindigo isomers in maya blue-like complexes prepared from palygorskite and sepiolite // The Journal of Physical Chemistry. 2009. 113(28). P. 12118 – 12131.
8. Franklin J. The science of conjecture: evidence and probability before Pascal. Baltimore, 2010.
9. Guirola C. Tintes naturales: su uso en Mesoamérica desde la época prehispánica. Asociación FLAAR Mesoamérica, 14. 2010. Режим доступа: http://www.mayaarchaeology.org/FLAAR_Reports_on_Mayan_archaeology_-_Iconography_publications_books_articles/12_tintes_naturales_maya_mesoamerica_etnobotanica_codice_artisanaria_prehispanico_colonial_tzutujil_mam.pdf
10. Magaloni D. Materiales y técnicas de la pintura mural maya // La pintura Mural Prehispánica en México. II, 2001. P. 155 – 198.
11. Krunne M., Perez de Batres L., Costa P. Recent rock art studies in Eastern Mesoamerica and lower Central America. 2005 – 2009 // News of the World IV. ROCK Art Studies. Oxford: Oxbow Books, 2012. 400 p.
12. Laporte J. P., Arroyo B., Escobedo H. y H. Mejía (eds.). Conservacion de arte rupestre y analisis fisico quimico de los pigmentos de la cueva de Naj Tunich y de La Casa de Las Golondrinas // XXIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Guatemala, 2010.
13. Li R., Baker S., DeRoo C. S., Armitage R. A. Characterization of the Binders in the Rock Art of Cueva La Conga, Nicaragua. Collaborative Endeavors in the Chemical Analysis of Art and Cultural Heritage Materials // American Chemical Society, 1103. 2012. P. 75 – 89.
14. Livingston E., Robinson A. J., Armitage R. A. THM-GC-MS Analysis of Rock Paintings from Casa de Las Golondrinas, Guatemala: Implications for Radiocarbon Dating // International Journal of Mass Spectrometry. 284. 2009. P. 142 – 151.
15. Reimer P. J., Reimer P. J., Baillie M. G. L., Bard E., Bayliss A., Beck J. W., Bertrand C. J. H., Blackwell P. G., Buck C. E., Burr G. S., Cutler K. B., Damon K. B., Edwards R. L., Fairbanks R. G., Friedrich M., Guilderson T. P., Hogg A. G., Hughen K. A., Kromer B., McCormac G., Manning S., Ramsey C. B., Reimer R. W., Remmele S., Southon J. R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F. W., v. d. Plicht J., Weyhenmeyer C. E. 2004: IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP // Radiocarbon. 46(3). P. 1029 – 1058.
16. Robinson E., Garnica M., Freidel D., Braswell G., Carr S. Nuevos hallazgos en la Casa de Las Golondrinas, un sitio con arte rupestre en las Tierras Altas Centrales de Guatemala // XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. 2004. P. 165 – 172.
17. Robinson E., Garnica M. A., Armitage R. A., Rowe M. W. Los Fechamientos del Arte Rupestre y La Casa de las Golondrinas, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez // XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala / J. P. Laporte et al (eds.). Guatemala, 2002. P. 959 – 972.
18. Stone A. Las pinturas y petroglifos de Naj Tunich, Petén: Investigaciones recientes // II Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala / J. P. Laporte, S. Villagrán, H. Escobedo, D. González de, J. Valdés (eds.). Guatemala, 1991. P. 187 – 201.
19. Stone A. J. Images from the Underworld. Naj Tunich and the Tradition of Maya Cave Painting. Austin, 1995.
20. Vandenabeele P., Bode S., Alonso A., Moens L. Raman spectroscopic analysis of the Maya wall paintings in Ek'Balam, Mexico // Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 61 (10). 2005. P. 2349 – 2356.

Информация об авторах:

Дэвлет Екатерина Георгиевна – ученый секретарь Института археологии РАН, руководитель центра палеоискусства.

Ekaterina G. Devlet – Academic Secretary of the Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Director of the Centre for Studies of Paleolithic Art, Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences.

Грешников Эдуард Аркадьевич – ведущий специалист лаборатории естественнонаучных исследований в социогуманитарных науках Национального Исследовательского Центра «Курчатовский Институт», levkon1963@yandex.ru.

Eduard A. Greshnikov – Leading specialist at the Laboratory for Natural Science Methods in Social Sciences, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow.

Фахри Амина Ильгизовна – младший научный сотрудник Центра палеоискусства Института археологии РАН, fakhri.amina@gmail.com.

Amina I. Fakhri – Junior Research Associate at the Centre for Studies of Paleolithic Art, Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences.

Статья поступила в редколлегию 08.04.2015 г.